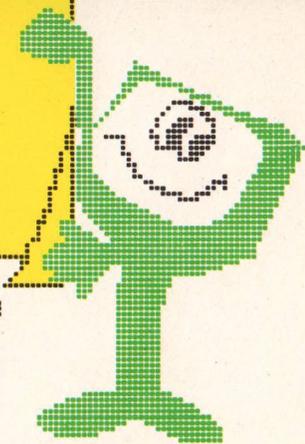
20 VIDEOLEZIONI DI BASIC
PER IMPARARE CON LO SPECTRUM

GRUPPO
EDITORIALE
JACKSON

17 **Spectrum**

16K/48K/PLUS

VIDEO BASIC SPECTRUM
Pubblicazione quattordicinale
edita dal Gruppo Editoriale Jackson
Direttore Responsabile:
Giampietro Zanga
Direttore e Coordinatore
Editoriale: Roberto Pancaldi
Autore: Softidea - Via Indipendenza 88 - Como
Redazione software:
Francesco Franceschini, Roberto Rossi,
Alberto Parodi, Luca Valnegri
Segretaria di Redazione:
Marta Menegardo
Progetto grafico:
Studio Nuovaidea - Via Longhi 16 - Milano
Impaginazione:
Silvana Corbelli
Illustrazioni:
Cinzia Ferrari, Silvano Scolari
Fotografie:
Marcello Longhini
Distribuzione: SODIP
Via Zuretti, 12 - Milano
Fotocomposizione: Lineacomp S.r.l.
Via Rosellini, 12 - Milano
Stampa: Grafika '78
Via Trieste, 20 - Pioltello (MI)
Direzione e Redazione:
Via Rosellini, 12 - 20124 Milano
Tel. 02/6880951/5

Autorizzazione alla pubblicazione Tribunale di Milano n° 422 del 22-9-1984
Spedizione in abbonamento postale Gruppo II/70 (autorizzazione della Direzione Provinciale delle PPTT di Milano).
Prezzo del fascicolo L. 8.000
Abbonamento comprensivo di 5 raccoglitori L. 165.000
I versamenti vanno indirizzati a: Gruppo Editoriale Jackson S.r.l. - Via Rosellini, 12 20124 Milano, mediante emissione di assegno bancario o cartolina vaglia oppure utilizzando il c.c.p. n° 11666203.
I numeri arretrati possono essere richiesti direttamente all'editore inviando L. 10.000 cdu. mediante assegno bancario o vaglia postale o francobolli.
Non vengono effettuate spedizioni contrassegno.

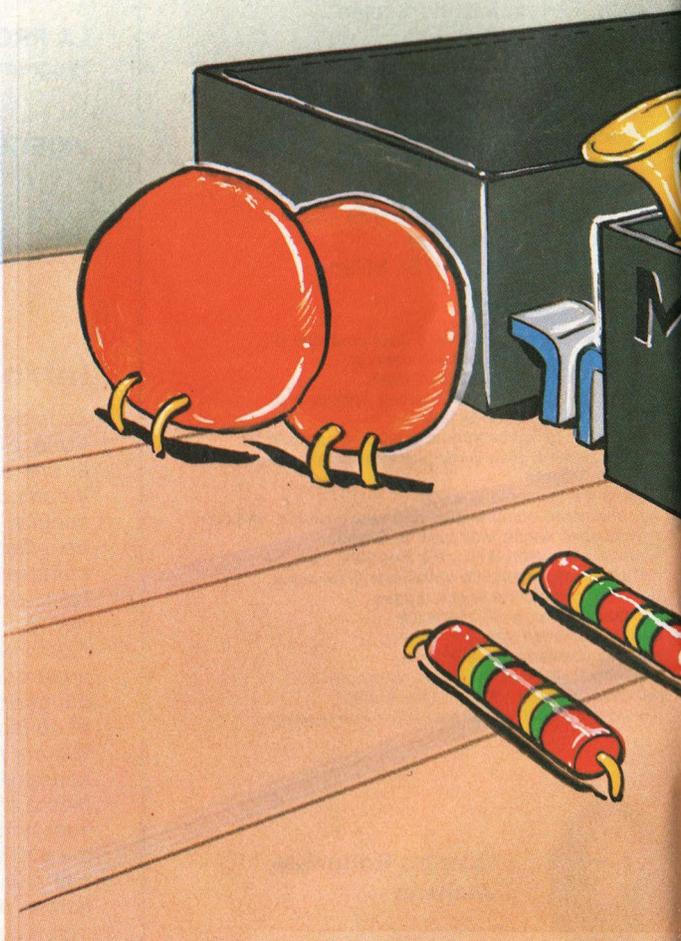
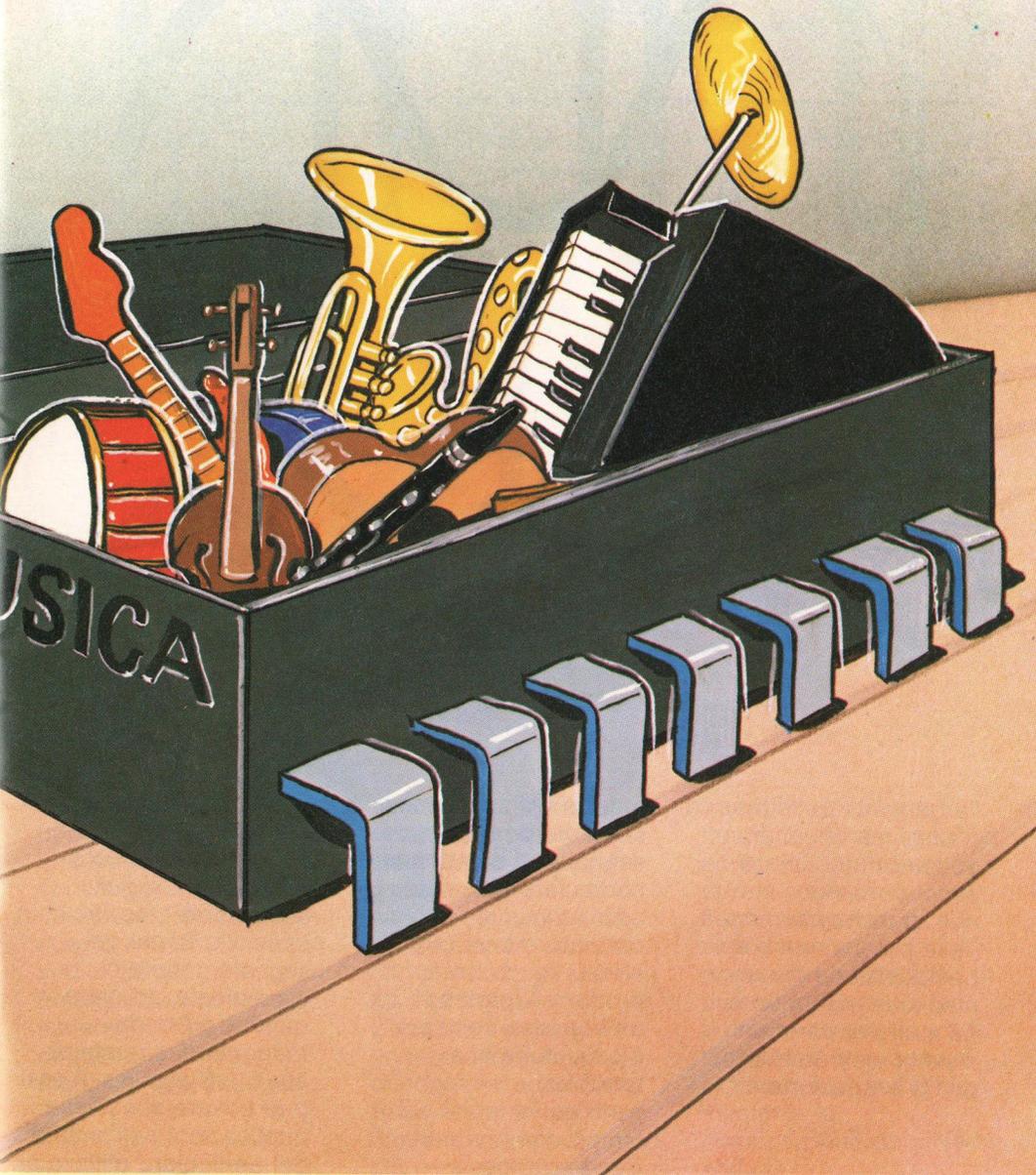
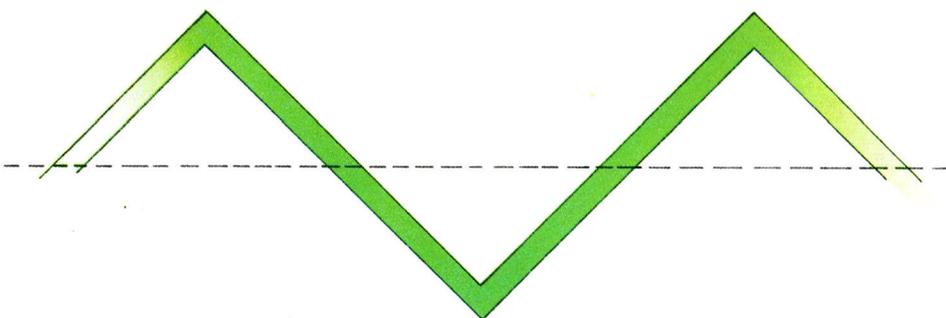
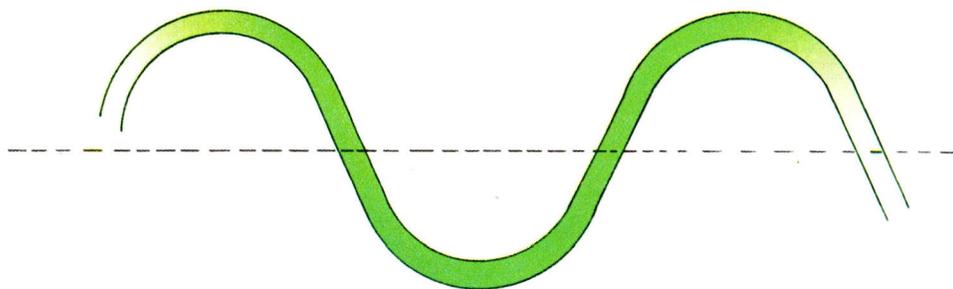
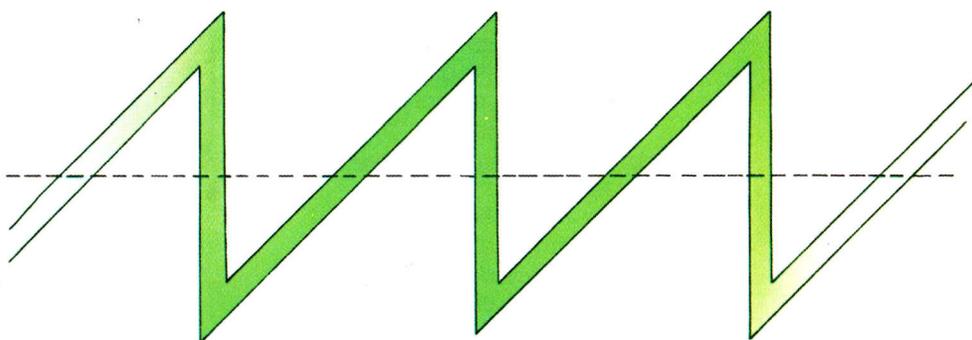
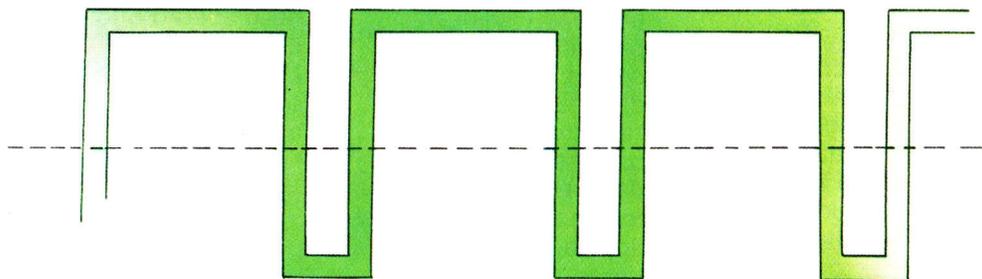
Gruppo Editoriale Jackson

SOMMARIO

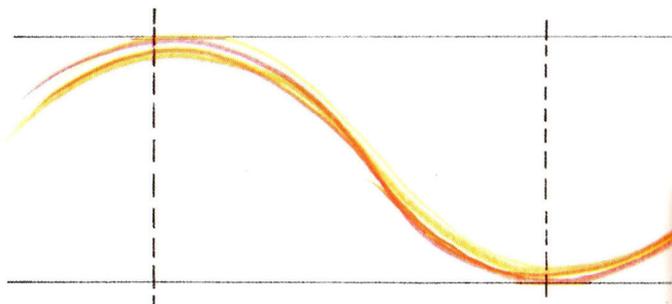
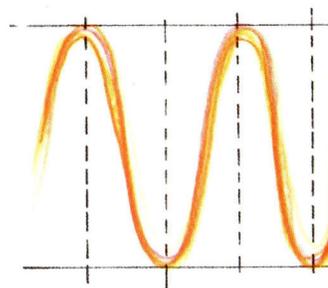
Introduzione

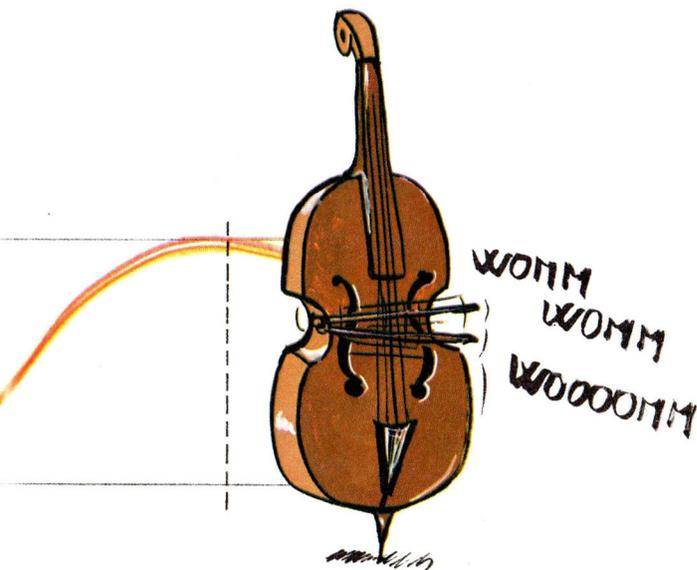
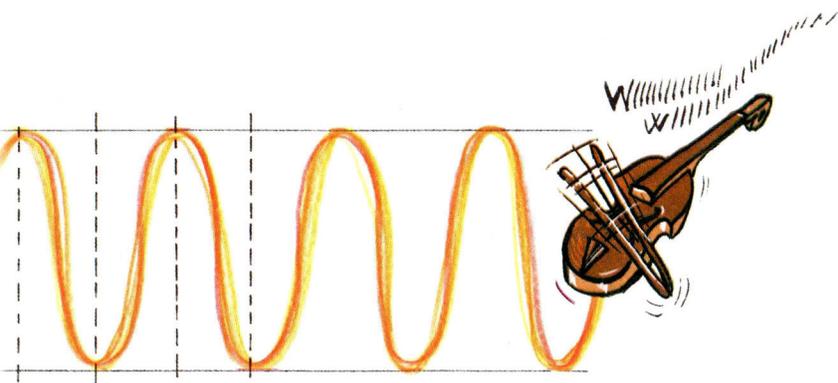
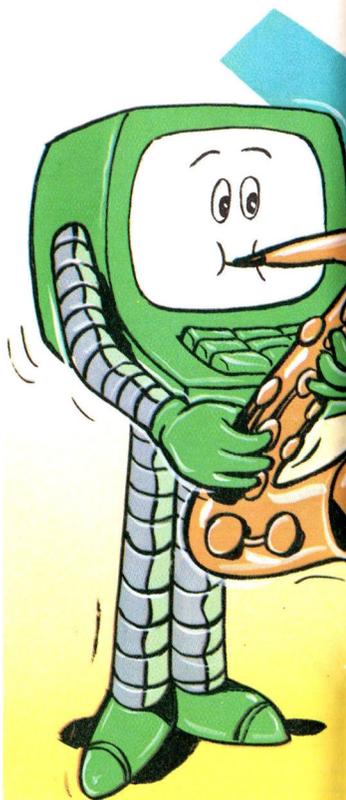
La frase ad effetto potrebbe essere: «Uno, dieci, cento strumenti musicali in uno solo: il computer!».
Il computer, più o meno sotto mentite spoglie, si è infatti aggiunto al novero dei classici strumenti musicali - quali chitarra, organo, clarino, ecc. - imitandone le sonorità o creandone di nuove.
Esistono a questo scopo sofisticate apparecchiature elettroniche degne più di un provetto programmatore che di un ispirato musicista.
Già col tuo computer, però, puoi suonare.
Non è che il tuo Spectrum sia improvvisamente diventato intonato, ma solamente che le caratteristiche che compongono un suono (intensità, timbro, durata, altezza) sono riconducibili in termini numerici.
E allora ...?! Buona suonata.

La musica elettronica

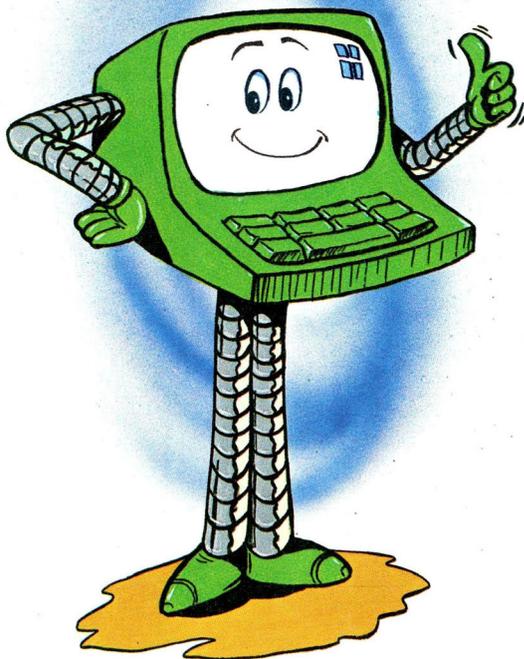
È ormai un fatto noto a chiunque come l'elettronica - sin dalla sua nascita - abbia fatto ingresso, dapprima timidamente e quindi con sempre maggiore prepotenza, anche nel settore musicale, arrivando ormai ai nostri giorni, a proporre con ritmo quasi quotidiano nuovi strumenti e dispositivi adatti a generare od imitare suoni sempre più complessi ed elaborati. Le possibilità musicali si sono estese in questi ultimi anni anche ai micro e personal computer: affronteremo quindi in questa lezione

HARDWARE

l'argomento della musica elettronica in generale, addentrandoci in un secondo tempo nell'affascinante mondo della produzione e della composizione di suoni mediante elaboratore.
La maggior parte dei sistemi elettronici usati per la produzione di musica utilizza come sorgente principale del segnale un componente particolare chiamato oscillatore. Un oscillatore è un circuito elettronico in grado di produrre - partendo da un ingresso costante (tipicamente una tensione) - un segnale elettrico variabile nel tempo con una certa frequenza (ossia ripetendolo diverse volte per ogni secondo).
Esistono oscillatori di numerosissimi tipi, solitamente classificati in base alla forma del segnale generato: sinusoidale, ad onda quadra, ad onda triangolare, a dente di sega..... Ciascuno di essi può trovare specifiche applicazioni nell'ambito del particolare utilizzo al

quale è destinato, oppure essere adoperato in successione o in contemporanea ad altri oscillatori. Per chiarire questo aspetto facciamo subito un esempio tipico. Esistono alcuni teoremi matematici che dimostrano come qualsiasi tipo di segnale periodico possa essere scomposto in una serie più o meno lunga (al limite anche infinita) di segnali elementari; di conseguenza, quindi, componendo gli uni con gli altri segnali elementari è possibile generare forme d'onda più o meno complicate. Ricorrendo all'uso contemporaneo di uno o più oscillatori è allora possibile riprodurre in modo "artificiale" segnali elettrici di qualsiasi tipo, durata o frequenza. Basterà pertanto conoscere tutti i parametri caratteristici di una certa onda e potremo essere in grado di ricrearla in modo relativamente semplice mediante la composizione dei diversi segnali.

Il sintetizzatore

Quella che abbiamo appena esaminato è una procedura che trova larga applicazione nella generazione dei suoni da parte di uno strumento divenuto ormai pressoché indispensabile nella composizione e partitura della musica moderna, cioè il sintetizzatore. Partendo dall'analisi delle forme d'onda sonore, cioè dei timbri degli strumenti più disparati (violini, pianoforti, trombe, organi, ecc.), i costruttori di sintetizzatori "accordano" infatti gli oscillatori in modo tale da ripeterne più o meno fedelmente le frequenze tipiche, arrivando così a riprodurne in modo elettronico le caratteristiche tonali e timbriche. Con la semplice pressione di un pulsante è quindi possibile emulare sulla tastiera del sintetizzatore una vastissima gamma di strumenti, disponendo così di un assortimento di possibilità musicali praticamente illimitato.
Nella rappresentazione di un timbro occorrono solitamente due famiglie differenti di elementi, raggruppabili nel cosiddetto inviluppo e nello spettro o forma d'onda.
L'inviluppo ci descrive come il suono varia di ampiezza durante l'esecuzione di una nota,

mentre lo spettro ci dà informazioni sulla complessità del suono stesso.
Lo spettro di un suono indica inoltre le ampiezze di ciascun componente elementare che costituisce lo spettro stesso, dove per componente elementare si considera di solito un suono sinusoidale, chiamato anche puro.

I guai saltano fuori dal fatto che normalmente per gli strumenti tradizionali lo spettro non è sempre uguale, ma varia nel tempo, per cui per dare una

rappresentazione completa si dovrebbe indicare per ciascuna componente elementare il relativo inviluppo. Questo risulta nella maggior parte dei casi praticamente impossibile, per l'enorme quantità di informazioni necessarie. Per dare una rappresentazione sintetica dello spettro viene usata di solito la forma d'onda che corrisponde alla somma punto per punto delle varie componenti sonore.
Quando il sintetizzatore lavora nel ruolo che abbiamo appena descritto si chiama «a sintesi additiva», dal momento che giunge al segnale finale eseguendo una serie di somme di segnali-base.
Esiste anche un altro tipo di sintetizzatore, basato sul procedimento esattamente opposto, cioè sulla «sintesi sottrattiva». Nella sintesi sottrattiva il segnale di partenza è di forma molto complessa, e viene ridotto alla forma d'onda desiderata facendolo passare attraverso una serie di circuiti elettronici chiamati filtri.
Un filtro è un dispositivo in grado di arrestare una certa componente d'onda, lasciandone passare tutta la parte restante. Esistono filtri "passa-basso" (che fanno passare soltanto la parte di un'onda a frequenza più bassa), filtri "passa-alto" (che fanno invece passare soltanto le frequenze più alte) e filtri "passa-banda" (che fanno passare tutte le componenti aventi frequenza compresa entro due limiti ben determinati).

HARDWARE

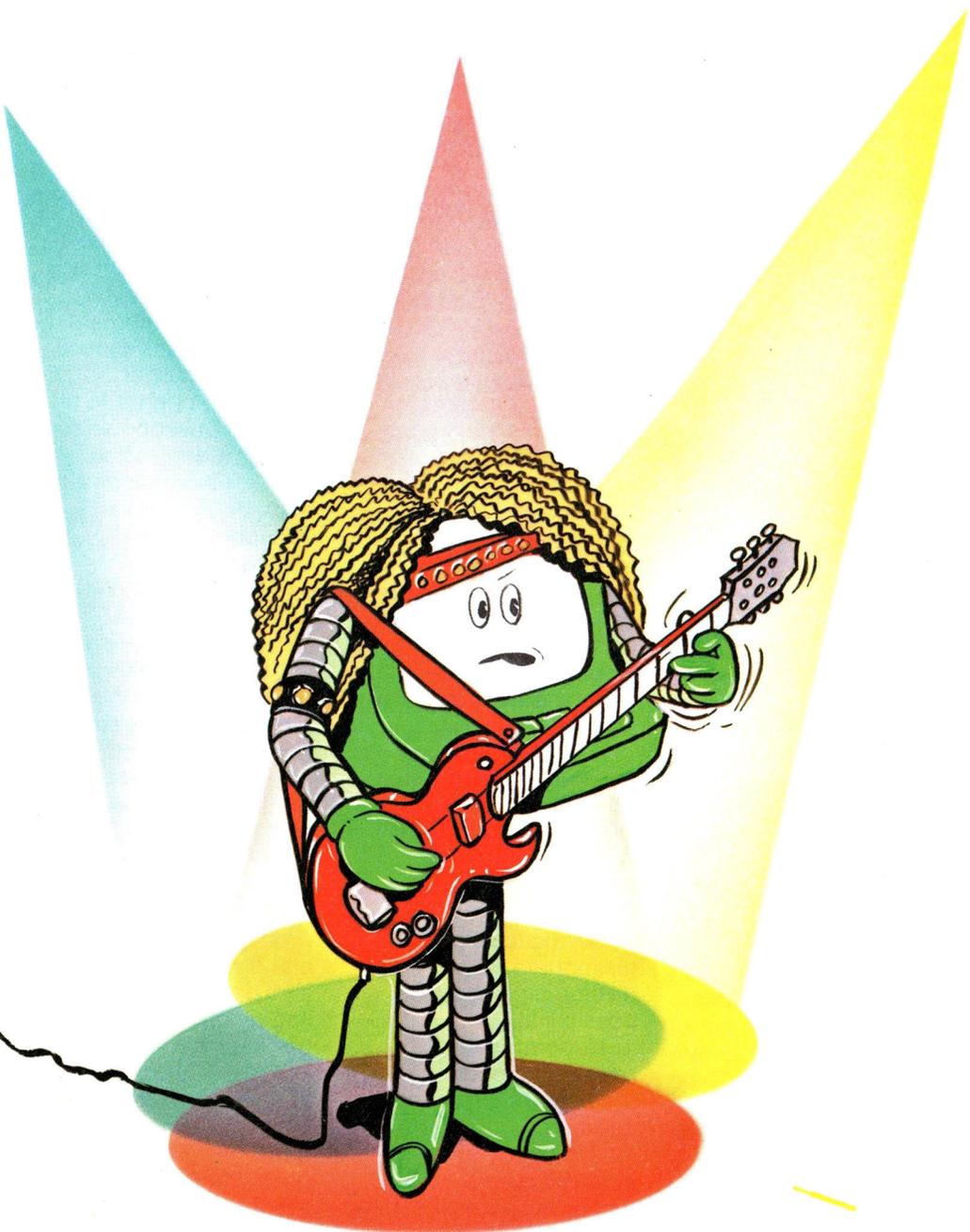
La sintesi sottrattiva risulta tecnicamente meno difficoltosa da realizzare rispetto alla sintesi additiva, e richiede un'attrezzatura di solito meno costosa. Tuttavia questo metodo è abbastanza limitato dal numero delle forme d'onda che possono essere create

direttamente. Potrebbe sembrare che, generando un segnale iniziale contenente un numero infinito di frequenze (questo tipo di segnale si chiama "rumore bianco" e puoi per esempio sentirlo quando, sintonizzando la tua radio o il tuo televisore su una certa emittente, attraversi una zona dove non esistono segnali emessi da nessuna stazione trasmittente), sarebbe possibile risolvere il problema.
Sfortunatamente, però, occorrerebbero infiniti filtri per arrivare al segnale desiderato: la cosa è quindi irrealizzabile.
La sintesi additiva risulta quindi più versatile, mentre quella sottrattiva più semplice ed economica. Come compromesso molti sintetizzatori le offrono entrambe, generando spesso nuove ed ulteriori forme d'onda combinando segnali ottenuti con sintesi additiva e segnali prodotti mediante sintesi sottrattiva.

La generazione del suono

Una volta introdotti gli elementi fondamentali per la generazione del segnale che si vuole riprodurre occorre anche rendere questo segnale compatibile con i dispositivi adibiti alla riproduzione del segnale stesso (cioè gli altoparlanti).
Vediamo quindi - esaminando i vari elementi uno per uno - come deve essere composta la catena necessaria per ottenere alla fine un segnale avvertibile alle nostre orecchie.
Innanzi tutto il sintetizzatore deve poter generare la forma d'onda che noi desideriamo ascoltare, apportando eventualmente le modifiche o i miglioramenti che debbono essere introdotti per ottenere particolari effetti sonori (per esempio: eco, riverbero, effetto-chiesa, ecc.). Tale forma d'onda - generata come visto prima da un certo numero di oscillatori - è però costituita da un segnale di potenza molto limitata, assolutamente insufficiente per poter essere inviato direttamente agli altoparlanti. Tra gli oscillatori ed i diffusori acustici va quindi inserito un amplificatore, cioè un dispositivo capace di "rinforzare" il segnale, mantenendone intatte tutte le caratteristiche di partenza.
Una volta fatta questa operazione l'altoparlante (o gli altoparlanti) può diffondere acusticamente la forma d'onda del segnale elettrico di partenza, riprodotta stavolta per via sonora.
Ciò che un altoparlante esegue è infatti una semplice trasformazione di segnali, da elettrici ad acustici, senza inserire o togliere alcuna informazione a ciò che gli viene fornito in ingresso.
Tecnicamente la parte più importante dell'intero sistema è costituita - come ovvio - dal sintetizzatore; tutto il resto svolge, in un certo senso, funzioni secondarie (per quanto altrettanto importanti agli effetti della generazione del suono).

Il suono e i computer

Adesso che abbiamo bene in mente gli oggetti su cui possiamo operare, vediamo quali sono i modi più comuni per ottenere qualcosa di suonabile attraverso un computer.

Innanzitutto il computer deve disporre di un sintetizzatore al proprio interno o, quanto meno, di una interfaccia che lo colleghi con un sintetizzatore esterno. Occorre avere in secondo luogo la possibilità di poter comandare questo sintetizzatore: deve cioè esistere un modo - sia hardware che software - mediante il quale comunicare con il sintetizzatore.
Trascuriamo per un momento questo aspetto, proponendoci di riprenderlo più avanti. Normalmente in quasi tutti i sistemi musicali basati su elaboratore si possono identificare tre fasi differenti nelle operazioni svolte: definizione dei timbri o strumenti, organizzazione delle successioni di suoni da produrre ed infine esecuzione del brano. Talvolta nei sistemi dotati di una tastiera interfacciata all'elaboratore la seconda e la terza fase possono coincidere.
Nella prima fase viene creato il tipo di suono che dovrà essere usato in seguito: questo avviene facendo immagazzinare in una opportuna area di memoria del computer tutti quei valori che si riferiscono all'inviluppo e alla forma d'onda. In questo modo, durante l'esecuzione, quando l'elaboratore trova l'indicazione di un determinato timbro deve andare a leggere in quell'area di memoria tutti i dati riguardanti il timbro in questione, per poi riprodurre il suono.
Nella seconda fase si deve far leggere all'elaboratore la sequenza di note da produrre, in pratica una specie di partitura, predisposta in modo tale che i vari suoni siano organizzati secondo tempi di azione crescenti (il tempo di azione indica dopo quanto tempo dall'inizio del brano deve entrare un certo suono).

HARDWARE

Ovviamente, tutti questi dati dovranno essere memorizzati su una memoria secondaria (per esempio in un file), in modo che a distanza di tempo si possa riprodurre il brano o eventualmente correggerne gli errori.

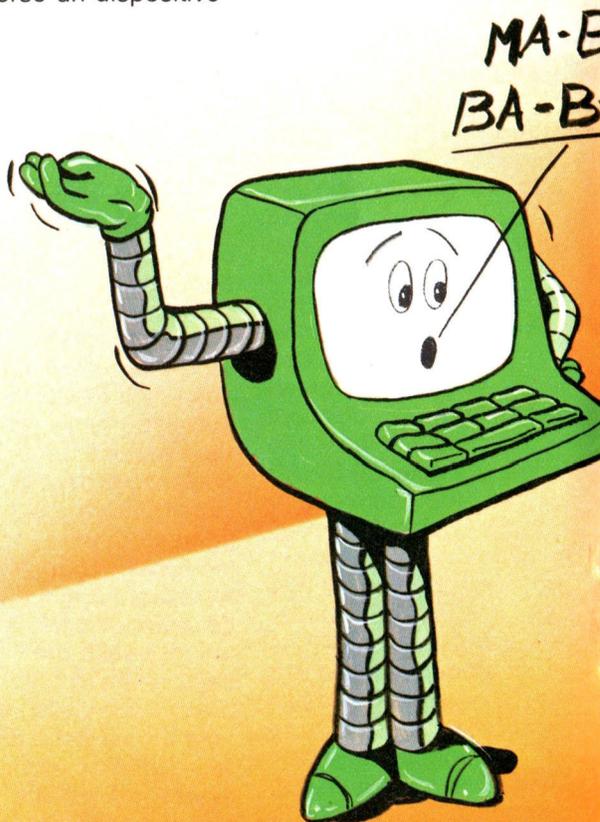
Questa seconda fase è sempre la più lunga e noiosa, e in cui è più facile sbagliare.
Nella terza fase, quando è distinta dalla seconda, l'elaboratore deve leggere ripetitivamente i dati che si riferiscono alla partitura e, fondendoli con quelli che si riferiscono al timbro, produrre il suono.
Le possibili varianti a questo schema, come abbiamo già detto prima, sono tali per cui, per esempio, nei sistemi muniti di tastiera musicale si possono introdurre direttamente i dati riguardanti la partitura, suonando, in modo da rendere più spontanea la successiva esecuzione.

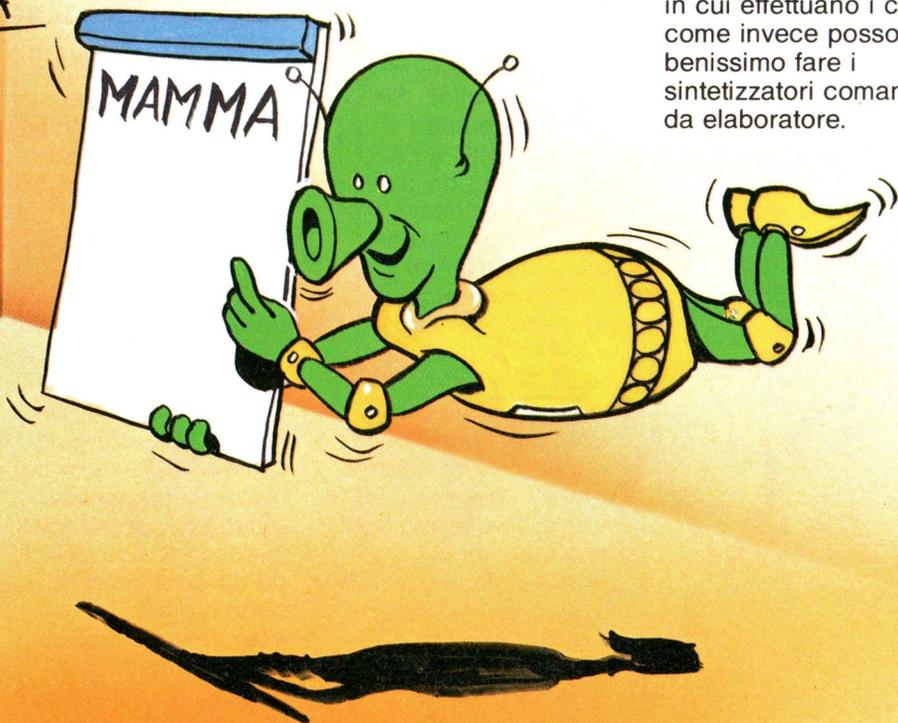
La produzione dei suoni

Si deve subito distinguere fra tre diverse tecniche e possibilità:
1) elaboratori che producono suoni attraverso i loro circuiti interni;
2) elaboratori che controllano dei dispositivi ad essi esterni (ad esempio un sintetizzatore con la relativa interfaccia);
3) elaboratori che producono suoni mediante sintesi di campionamento.
Il primo caso è il più semplice e forse quello che la maggior parte di persone ha già avuto modo di sperimentare. Si tratta sempre di piccoli micro e personal computer, che tra le altre funzioni possono anche produrre degli effetti sonori. Generalmente si tratta di un circuito integrato, situato all'interno dell'elaboratore, che può ricevere dall'unità centrale delle istruzioni in grado di fargli produrre dei suoni.
Mentre in alcuni sistemi l'accesso a questo componente viene facilitato dalla presenza di specifiche istruzioni BASIC (tuttavia a scapito di una maggiore flessibilità nella produzione sonora), in altri sistemi si opera con istruzioni a livello di linguaggio macchina, per esempio mediante PEEK e POKE.
In ogni caso, data l'estrema economicità di questi sistemi, le prestazioni - per quanto assolutamente

stupefacenti - sono abbastanza scarse, a causa del limitato numero di voci disponibili e della carenza di timbri.
Il secondo caso è quello che, allo stato attuale dei dispositivi presenti sul mercato e in base al loro costo, può dare le maggiori soddisfazioni.

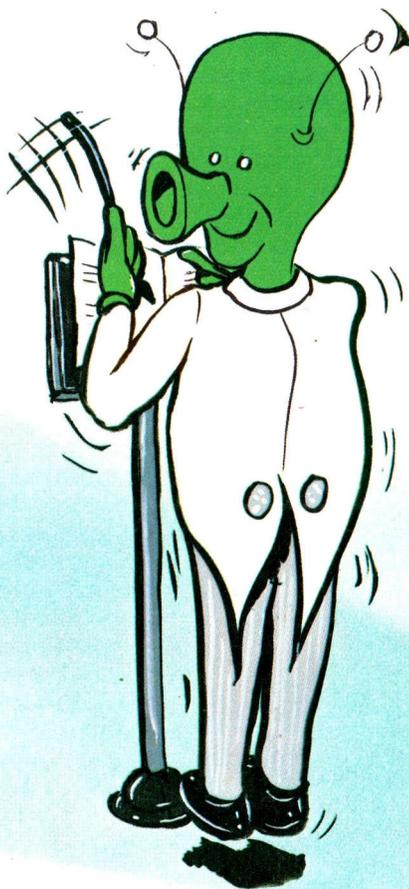
La situazione più comune è quella di avere un personal computer collegato a uno o più sintetizzatori mediante una interfaccia tipo la MIDI. La MIDI (abbreviazione di Musical Instrument Digital Interface) è una interfaccia digitale che i costruttori di apparecchi musicali elettronici hanno recentemente concordato essere uno standard universale, e grazie alla quale è possibile collegare, più strumenti, oppure strumenti ed elaboratori con un semplice cavo.
In questo caso l'elaboratore riceve ed invia delle informazioni al o ai sintetizzatori, permettendo il più ampio sfruttamento delle loro possibilità. Nei programmi di utilizzo più comuni si ha sul video dell'elaboratore una riproduzione delle pulsantiere del sintetizzatore e si può agire su di esse mediante comandi all'elaboratore. Il compito del computer risulta quindi quello di trasformare la descrizione delle varie note in una serie di valori, che dovranno poi essere indirizzati ai circuiti interni del sintetizzatore. Le possibilità di questo sistema dipendono sia dalla qualità del dispositivo esterno collegato all'elaboratore sia del tipo di programma impiegato; in pratica si può ritenere che, se migliori sono i dispositivi collegati all'elaboratore, tanto migliori saranno i risultati.
Per ultimo esaminiamo il caso degli elaboratori che operano con la sintesi per campionamento. Questi elaboratori producono direttamente il segnale sonoro senza bisogno di oscillatori esterni od interni.
Prova a pensare a una forma d'onda scomposta in tanti piccoli intervallini: se noi consideriamo l'ampiezza di questi intervallini come una rappresentazione approssimata della nostra onda, considerandoli in successione ordinata, abbiamo realizzato un campionamento della forma d'onda. Vediamo quindi come avviene il processo di campionamento di un segnale: a intervalli di tempo costanti il segnale viene misurato nella sua

ampiezza e queste misure vengono memorizzate a parte. In base anche a un ragionamento intuitivo, tanto più piccoli sono gli intervalli di tempo in cui il segnale viene misurato, tanto maggiore sarà la fedeltà di riproduzione.
In un secondo tempo i numeri che rappresentano le ampiezze istantanee del segnale campionato vengono fatti passare attraverso un convertitore digitale/analogico (cioè attraverso un dispositivo che trasforma i segnali digitali in grandezze variabili con continuità, cioè analogiche), che in uscita ricostruisce il segnale originale.
Nella generazione di suoni complessi

mediante campionamento l'elaboratore costruisce allora i nuovi valori, sommando campione per campione i valori di diversi segnali elementari. Il risultato è un'onda complessa, formata dalla somma di tutte le componenti elementari usate.
I sistemi che si basano sulla sintesi per campionamento sono di solito costituiti da elaboratori molto grossi e potenti, perché la quantità di calcoli che occorrono solo per produrre un minuto di musica è molto grande.
Con questa tecnica di sintesi musicale si può praticamente ottenere tutto (o quasi), ma, a parte il loro costo (veramente elevato!), questi sistemi hanno il difetto di non poter essere usati per produrre musica in tempo reale (cioè non possono eseguire le note nel momento stesso in cui effettuano i conti), come invece possono benissimo fare i sintetizzatori comandati da elaboratore.

Programmando opportunamente un sintetizzatore è possibile riprodurre abbastanza fedelmente la voce umana.

Il suono e lo Spectrum

Come già detto prima, molti micro e personal computer dispongono di capacità e possibilità sonore. Tra questi anche il tuo Spectrum.
È comunque naturale che le doti "canore" disponibili non siano ai massimi livelli: la Sinclair non ha certo progettato il computer perché fosse usato da musicisti. La possibilità di divertirsi e (perché no?) di togliersi qualche soddisfazione risulta tuttavia assicurata.
Vedremo più avanti le modalità per la composizione e la esecuzione di brani musicali: per il momento affrontiamo il discorso esclusivamente dal punto di vista hardware, ossia costruttivo.

L'altoparlante inserito all'interno dello Spectrum è direttamente connesso con un circuito integrato estremamente importante per il tuo computer, chiamato ULA, che la casa costruttrice ha adibito al controllo di numerosissime funzioni, tra le quali anche quella sonora.
Poiché l'ULA gestisce lo scambio delle informazioni da/verso il registratore, il generatore del suono dello Spectrum è in stretta comunicazione - oltre che con l'altoparlante - anche con il sistema a nastro magnetico. Sia l'altoparlante che i connettori MIC e EAR, posti sul retro della tastiera, sono infatti connessi allo stesso piedino dell'ULA (ti ricordi? i piedini sono le "gambette" metalliche attraverso le quali un circuito integrato comunica al mondo esterno). A questo piedino possono essere disponibili segnali di due tipi diversi: a basso e ad alto livello.
I segnali a basso livello vengono usati quando desideri registrare qualcosa (per esempio un programma) su nastro: in questo caso la tensione disponibile al piedino dell'ULA è sufficiente al registratore per memorizzare il segnale su nastro, mentre è insufficiente per il funzionamento dell'altoparlante (che così non emette alcun suono).
I segnali ad alto livello servono invece quando si vuole "pizzicare" l'altoparlante, cioè quando si deve fornire una energia sufficiente per produrre un'uscita sonora. In tal caso questi segnali sono sempre disponibili anche ai due connettori del registratore: è quindi possibile eseguire direttamente - mediante i cavetti - le registrazioni delle musiche man mano vengono generate oppure, per ottenere un suono più forte, collegare lo Spectrum ad un amplificatore esterno.
Per quel che riguarda il modo in cui i suoni vengono prodotti, è sufficiente sapere che essi derivano dalle più o meno rapide variazioni di tensioni, applicate al famoso piedino dell'ULA da un generatore di onda quadra. La frequenza del suono dipende inoltre dal numero di volte in cui tale onda viene inviata

all'altoparlante in un secondo.
A proposito del volume c'è invece ben poco da dire: è fisso (cioè non è modificabile).
Per aumentare e potenziare le capacità audio dello Spectrum esiste comunque in commercio un certo numero di interfacce sonore, che permettono, attraverso la utilissima RS-232, di connettere il computer a veri e propri sistemi di sintesi musicale, a volte anche polifonici (cioè con più generatori sonori).
Il loro utilizzo, per quanto semplice e di facile comprensione, può tuttavia essere abbastanza specifico: non è pertanto possibile accennarne il funzionamento in termini particolari.

Cos'è il suono

Il suono - lo sappiamo benissimo - è un particolare fenomeno fisico al quale uno dei nostri sensi (l'udito) è sensibile. Esso si propaga nell'aria mediante lo spostamento ondulatorio delle varie molecole gassose che costituiscono l'atmosfera, cioè attraverso serie di movimenti in avanti e indietro delle diverse particelle rispetto ai punti in cui esse si trovano in stato di riposo.

La velocità con cui i vari cicli di movimenti (che si chiamano anche onde sonore) vengono eseguiti dipende dalla nota emessa dalla sorgente responsabile della produzione del suono. Quest'ultima è simile a quella provocata in uno stagno lasciandovi cadere un oggetto, per esempio un sasso: se l'oggetto è piccolo, le onde non saranno molto marcate, mentre se l'oggetto è di dimensioni notevoli, le onde saranno più evidenti.
Se si dovesse disegnare in un grafico l'entità dello spostamento di una singola particella attorno al punto in cui si trova rispetto al trascorrere del tempo, si otterrebbe il disegno dell'onda sonora; tale onda ha in genere la forma di una sinusoide e la sua caratteristica principale è il tempo che impiega a svilupparsi completamente, in modo da ripetersi identica per un secondo ciclo.
Questo tempo è definito periodo dell'onda e si misura in secondi o frazioni di secondi. Se si misura invece l'inverso, cioè il numero di cicli che i'onda esegue nel tempo di un secondo, si definisce un'altra quantità molto famosa: la frequenza (che si misura in cicli al secondo, o hertz).
Il suono emesso da uno strumento è sempre caratterizzato da una frequenza fondamentale, che è quella corrispondente alla nota suonata, ma che è in genere accompagnata da altre onde sonore, che hanno una frequenza multipla intera (doppia, tripla, ecc.) di quella fondamentale.
Queste onde si chiamano armoniche superiori e sono importanti perché la loro presenza (in quantità) dà una caratteristica al suono (detto timbro) che contraddistingue tra loro gli strumenti musicali. Il risultato finale dell'onda assieme alle sue armoniche è una forma non sinusoidale, ottenuta sommando le varie onde.
Oltre al timbro, esistono altri tre elementi indispensabili per caratterizzare un'onda sonora: la durata, l'altezza e l'intensità.
La durata è la caratteristica del suono che calcola lo spazio di tempo in cui un suono è percepito. La durata specifica quindi quanto a lungo la sorgente

sonora pone in vibrazione le particelle che trasmettono l'onda (composta da molecole d'aria nel caso dell'atmosfera e da molecole d'acqua per uno stagno). L'unità di misura della durata è un tempo, per esempio secondi.

L'altezza specifica invece quanto un suono è grave o acuto. Essa viene misurata in hertz: quanto più elevata è la frequenza, tanto più un suono è acuto. Il nostro orecchio potrebbe teoricamente avvertire suoni compresi tra i 20 ed i 20000 hertz: col passare degli anni (ed anche a causa del continuo inquinamento acustico cui siamo quotidianamente sottoposti) perdiamo tuttavia molte delle nostre facoltà nei confronti delle frequenze estreme, specie le più alte. Comunque, per il nostro discorso (visto che i computer e gli altoparlanti ad essi collegati non permettono prestazioni musicali troppo esasperate) la cosa non ha troppa importanza.

Il terzo elemento, l'intensità, è indubbiamente il più facile da comprendere. In effetti abbiamo quotidianamente a che fare con apparecchi come televisore, registratore, radio, ecc., sui quali si può regolare il volume. Alzando o ruotando la manopola del televisore possiamo variare l'intensità complessiva, cioè il volume dell'apparecchio. Diciamo "complessiva", in quanto abbassando il volume si abbassano proporzionalmente tutti i suoni ed i rumori diffusi dall'apparecchio. In altri termini, se immagini il televisore come uno strumento e tutti i suoni come un unico suono, il tasto "volume" agisce solo sull'elemento "intensità", lasciando invariati tutti gli altri.

L'unità di misura della intensità sonora è il decibel. Normalmente la soglia minima per riuscire ad avvertire un suono si aggira sui 20 decibel, mentre il livello oltre il quale si ha la cosiddetta "soglia del dolore" (i suoni troppo forti possono addirittura provocare danni irreversibili all'udito) è di circa 120-130 decibel.

BEEP

Per generare ed eseguire musica e suoni il BASIC del tuo Spectrum dispone di un comando particolare: BEEP. L'istruzione

```
BEEP SEC, SEM
```

fa suonare una nota di durata ed altezza variabili:

— SEC ne indica la durata in secondi
— SEM ne indica invece l'ampiezza.

Per provarne subito il funzionamento scrivi in modo immediato sulla tastiera

```
BEEP 1, 0 (seguito da ENTER)
```

Dovresti sentire una nota lunga circa un secondo e di tonalità corrispondente a un DO medio.
La durata, che deve essere compresa tra 0.00125 e 10, è espressa - come abbiamo già detto - in secondi.
Qualsiasi tempo più corto di 0.00125 non produrrà alcun suono; con un tempo più lungo di 10 secondi verrà invece stampato il messaggio di errore "INTEGER OUT OF RANGE".
Il secondo numero - quello che cioè indica l'ampiezza - deve essere compreso tra − 90 e 69; ogni gradino indica un semitono sopra o sotto il DO medio (che è rappresentato dal numero 0). Quindi BEEP 1,1 produrrà una nota di un semitono più alta del DO medio (un DO diesis) per la durata di un secondo, e BEEP 1, − 10 produrrà un suono 10 semitoni sotto il DO medio (un RE).

Questo breve programma suona cinquanta note, tutte un'ottava più alta del DO centrale. Ciascuna nota è più breve della precedente, variando dal valore di 1 al valore di 0.02 (secondi):

```
10 FOR X = 1 TO 50
20 BEEP 1/X, 12
30 NEXT X
```

Questo secondo programma, invece, mantiene tutte le note sulla stessa durata, ma suona la scala cromatica a partire da 60 semitoni sotto a 60 sopra il DO centrale:

```
10 FOR X = – 60 TO 60
20 BEEP 0.5, X
30 NEXT X
```

Qui di seguito puoi vedere una tabella che illustra il numero delle tonalità per l'ottava dal DO centrale (0) al DO (12):

Tonalità con BEEP	Nota
0	DO
1	DO #
2	RE
3	RE #
4	MI
5	FA
6	FA #
7	SOL
8	SOL #
9	LA
10	LA #
11	SI
12	DO

Le note al di sotto del DO centrale sono numeri negativi. Le note più alte o più basse sono ottenute aggiungendo o togliendo 12 per ogni ottava più in alto o più in basso (infatti ogni ottava è composta da 12 semitoni).
Ti sarai probabilmente accorto che il suono prodotto da BEEP non risulta molto elevato. Per ottenere un suono più forte è necessario collegare lo Spectrum a un amplificatore esterno. Per questo scopo è utilizzabile la maggior parte degli amplificatori con una presa MIC. È possibile attaccare l'amplificatore sia alla presa MIC che alla presa EAR dello Spectrum (l'unica differenza è che il segnale proveniente dalla presa EAR è leggermente più forte dell'altro).

Una volta effettuato il collegamento il volume può essere regolato direttamente mediante l'amplificatore.

Un'ultima cosa, visto che stiamo parlando dell'altoparlante; se inserisci l'istruzione:

```
POKE 23609, 255
```

in modo diretto, troverai che il computer emette un "bip" ogni volta che premi un tasto. Puoi variare la durata di questo "bip", semplicemente mettendo un numero diverso, compreso tra 0 e 255, subito dopo la POKE 23609. Il valore 0 eliminerà qualunque emissione sonora.

Sintassi del comando

BEEP SEC, SEM

ATTR

ATTR è una funzione che permette di conoscere gli attributi (cioè le condizioni di carta, inchiostro, lampeggiamento, ecc.) in una determinata posizione dello schermo video.
Essa utilizza due argomenti: il primo indica la posizione del video mediante la riga, il secondo mediante la colonna. Così l'istruzione:

```
PRINT ATTR (4, 5)
```

stampa la situazione degli attributi presenti alla riga 4, colonna 5 dello schermo.
Da notare che, a differenza delle altre funzioni viste finora, gli argomenti di ATTR vanno obbligatoriamente (non più facoltativamente) racchiusi entro parentesi.
Analizziamo ora meglio il risultato di ATTR: esso infatti risulta un numero di cui è la forma binaria che descrive in modo completo i vari attributi.
Vediamo come:
— bit 7 (più significativo): vale 1 per lampeggiamento, 0 per carattere stabile

— bit 6: vale 1 per luminosità extra, 0 per normale
— bit 5,4,5: forniscono il colore della carta
— bit 2,1,0: forniscono il colore dell'inchiostro.

Naturalmente, gli argomenti di ATTR devono essere compresi nei limiti legali, cioè:

0 = < riga < = 23
0 = < colonna < = 31

In caso contrario si ha l'insorgere di un messaggio di errore. Questo programma ti illustra come devi operare per ottenere i 4 attributi:

```
 10 INPUT "RIGA"; R
 20 INPUT "COLONNA"; C
 30 LET A = ATTR (R, C)
 40 PRINT "FLASH: "; INT (A/128)
 50 IF A >= 128 THEN LET A = A - 128
 60 PRINT "BRIGHT: "; INT (A/64)
 70 IF A >= 64 THEN LET A = A - 64
 80 PRINT "PAPER: "; INT (A/8)
 90 IF A >= 8 THEN LET A = A - 8 * INT (A/8)
100 PRINT "INK: "; A
110 STOP
```

Sintassi della funzione

ATTR (riga, colonna)

SCREEN$

La funzione SCREEN$ fornisce il carattere che attualmente si trova sul video, alla posizione individuata dai parametri di riga e colonna introdotti come argomenti della funzione.
Si scrive:

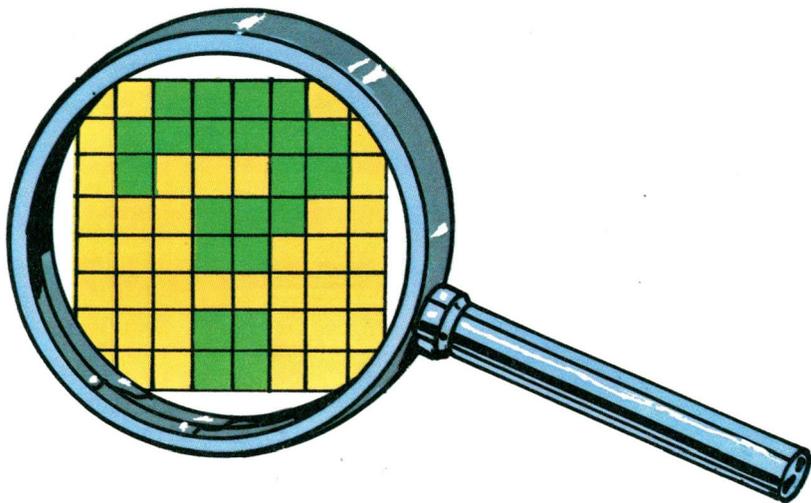
SCREEN$ (R, C)

Nota come anche in questo caso la presenza delle parentesi sia obbligatoria. Deve inoltre sempre essere:

0 =< R <= 21
0 =< C <= 31

In caso contrario viene visualizzato il messaggio di errore INTEGER OUT OF RANGE.
La funzione SCREEN$ riconosce tutti i caratteri dell'insieme standard dello Spectrum, sia che vengano visualizzati in modo diretto oppure in modo inverso, cioè tutti i caratteri le cui descrizioni sono memorizzate nella ROM.
Se il carattere non viene riconosciuto, come risultato viene fornita una stringa nulla.

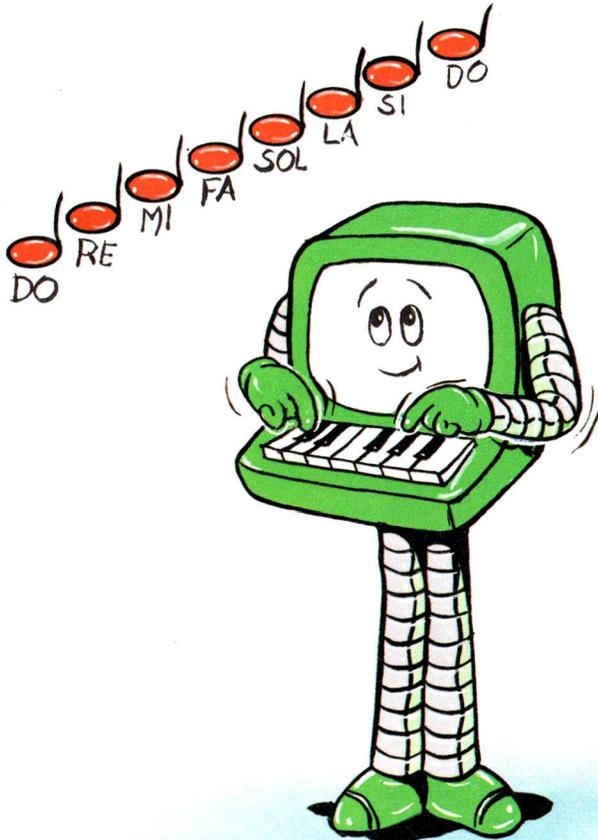
Sintassi della funzione

SCREEN$ (riga, colonna)

Programmi sonori

La parte della nostra lezione dedicata alla programmazione approfondirà - mediante alcuni esempi applicativi - l'uso delle istruzioni BEEP.
I microcomputer più sofisticati offrono, oltre alla possibilità di suonare le singole note, anche quella di produrne due o tre insieme (con eventuali variazioni di frequenza) e talvolta posseggono un generatore di rumore bianco, per creare suoni simili alla risacca del mare. Il tuo Spectrum non può certo affrontare questo confronto, ma è possibile usare qualche trucchetto per passare oltre i semplici suoni dati da BEEP.
I due programmi che seguono ti illustrano come produrre sviluppi di frequenza di vario genere. Ciascuno di essi abbina all'effetto sonoro anche un effetto grafico, che ti permette di capire anche visivamente l'effetto delle varie istruzioni. Ecco il primo:

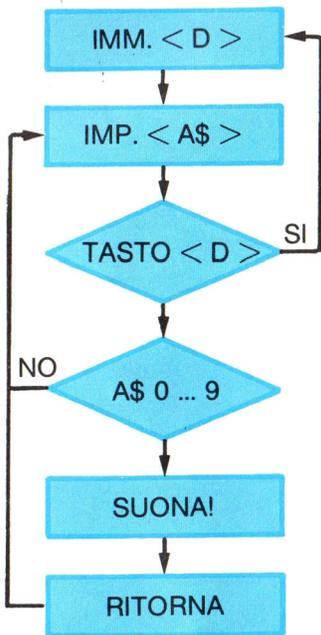
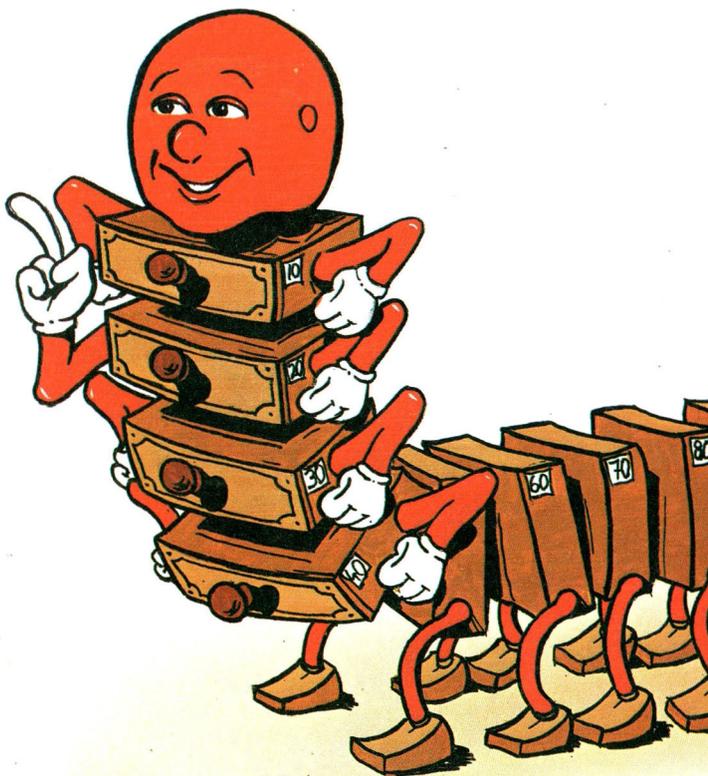
```
 10 REM FORME DI FREQUENZA E TEMPO
 20 INK 7 : BORDER 6 : PAPER 1 : CLS
 30 LET DUR = 0.05
 40 FOR F = 0 TO 2 STEP 0.5
 50 BEEP DUR, F
 60 DRAW 300 * DUR, 20 * F
 70 LET DUR = DUR - 0.005
 80 NEXT F
 90 DRAW 50, 0 : BEEP 0.5, 2
100 STOP
```

Il secondo sale (o scende) da una frequenza data alla successiva, con un passo che puoi definire alla linea 30.

```
 10 REM FORME DI FREQUENZA
 20 BORDER 4 : PAPER 4 : CLS
 30 LET F = 0 : LET FE = 3 : LET S = 1
 40 FOR X = F TO FE STEP S
 50 DRAW 25 * 5,20 * X
 60 BEEP 0.03, X
 70 NEXT X
 80 DRAW 20, 0 : BEEP 0.2, FE
 90 FOR Y = FE TO F STEP - S
100 DRAW 25 * S, - 20 * Y
110 BEEP 0.03, Y
120 NEXT Y
130 STOP
```

Come terzo programma proviamo ad eseguire un motivetto musicale. La tecnica da impiegare è molto semplice: basta convertire le varie note (e le durate) nei corrispondenti valori numerici da inserire nello Spectrum (seguendo la tabella che abbiamo visto parlando di BEEP), inserirle in una serie di data e procedere all'esecuzione mediante un ciclo FOR. Ecco il listato:

```
  5 LET K = 0.7 : LET N = 0.5
 10 FOR I = 1 TO 24
 20 READ DUR
 30 READ ALT
 40 BEEP N/DUR, K + ALT
 50 NEXT I
 60 DATA 2, − 5, 2, − 5, 1, 0, 1, 0
 70 DATA 2, − 5, 2, − 5, 1, 0, 1, 0
 80 DATA 2, 2, 2, 2, 1, 4, 1, 4
 90 DATA 2, 2, 2, 2, 1, 4, 1, 4
100 DATA 1, 7, 0.5, 7, 1, 7, 0.5, 7
110 DATA 2, 7, 2, 5, 1, 4, 1, 4
```

Tastiera musicale

È facile trasformare lo Spectrum in uno strumento musicale. Prova con questo programma. I tasti numerici diventano quelli di un divertente organetto.
Premendo "D" (attenzione se sei in modo maiuscolo o minuscolo) puoi introdurre a piacimento la durata di ogni nota: inizia ad esempio con .2.
Dopo aver strimpellato, puoi pensare ad un programma più sofisticato, in grado di controllare un maggior numero di tasti e di riprodurre una scala più estesa di note.

```
10 INPUT "D ="; D
20 LET A$ = INKEY$
30 IF A$ = "D" THEN GO TO 10
40 IF A$ < "0" OR A$ > "9" THEN GO TO 20
50 BEEP D, VAL A$
60 GO TO 20
```

VIDEOESERCIZI

L'effetto sonoro di questo programma è quello di una scala discendente. Cosa cambieresti per ottenere l'effetto opposto, ossia quello crescente?

```
10 LET DUR = .03
20 FOR N = 60 TO 1 STEP - 1
30 BEEP DUR, N : NEXT N
```

A	L'INTERO PROGRAMMA
B	LA DURATA
C	IL CICLO DELLE FREQUENZE

Carica ed esegui i seguenti programmi; cerca poi di modificarli per renderli più realistici o suggestivi.

```
10 REM LASER
20 FOR X = 5 TO 20 STEP 1.5
30 BEEP .008, X
40 NEXT X
50 FOR Y = 20 TO 5 STEP - 1.5
60 BEEP .008, Y
70 NEXT Y
80 PAUSE 30
90 RUN
```

LASER

```
10 REM BOMBA
20 FOR X = 69 TO 55 STEP - 0.3
30 BEEP 0.05, X
40 NEXT X
50 FOR Y = 0 TO 20
60 BEEP 0.01, - 10 : BEEP 0.01, - 50
70 BEEP 0.01, - 60
80 NEXT Y
```

BOMBA